

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
02. Juni 2022 (02.06.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/112199 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H05K 1/02 (2006.01) H01L 23/367 (2006.01)
H05K 7/20 (2006.01) H01L 23/373 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/082578

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. November 2021 (23.11.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 215 030.3
30. November 2020 (30.11.2020) DE

(71) Anmelder: ZF FRIEDRICHSHAFEN AG [DE/DE]; Lö-
wentaler Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: MAIER, Thomas; Neckermannstr. 14, 92431
Neunburg v. Wald (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

(54) Title: CIRCUIT BOARD ARRANGEMENT, INVERTER AND MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: LEITERPLATTENANORDNUNG, INVERTER SOWIE KRAFTFAHRZEUG

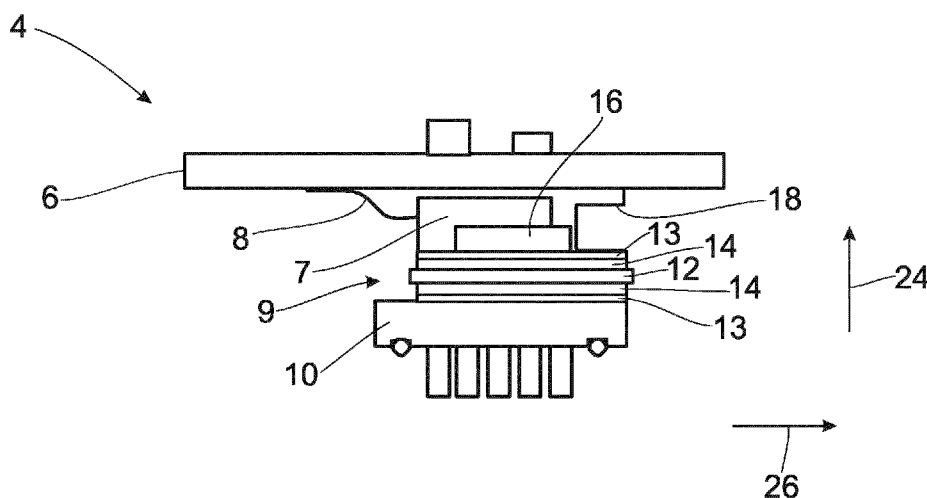


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a circuit board arrangement (4) for supplying electrical power to a consumer in a controllable manner, the circuit board arrangement (4) having: - a circuit board (6), - at least one power semiconductor (7), the power semiconductor having a plurality of electrically conductive connection elements (8), - the connection elements (8) connecting the power semiconductor (7) and the circuit board (6), characterised in that the power semiconductor (7) is electrically connected to the circuit board (6) via at least one connection piece (18, 20, 22), the connection piece (18, 20, 22) being connected to the power semiconductor (7) and the circuit board (6). The invention further relates to an inverter. The invention further relates to a motor vehicle.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Leiterplattenanordnung (4) zur steuerbaren elektrischen Leistungsversorgung eines Verbrauchers, wobei die Leiterplattenanordnung (4) aufweist: - eine Leiterplatte (6), - wenigstens einen Leistungshalbleiter (7), wobei der Leistungshalbleiter mehrere elektrisch leitfähige Anschlusselemente (8) aufweist, - wobei die Anschlusselemente (8) den Leistungshalbleiter (7) und die Leiterplatte (6) verbinden, dadurch gekennzeichnet, dass der Leistungshalbleiter (7) mit der Leiterplatte

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(6) über wenigstens ein Anschlusssteil (18, 20, 22) elektrisch verbunden ist, wobei das Anschlusssteil (18, 20, 22) mit dem Leistungshalbleiter (7) und der Leiterplatte (6) verbunden ist. Daneben betrifft die Erfindung einen Inverter. Daneben betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug.

Leiterplattenanordnung, Inverter sowie Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft eine Leiterplattenanordnung zur steuerbaren elektrischen Leistungsversorgung eines Verbrauchers.

Inverter, auch Stromrichter genannt, werden verwendet, um Gleichstrom aus einer Batterie in Wechselstrom für einen Elektromotor umzuwandeln und umgekehrt. Zur Energiespeicherung weisen Wechselrichter sogenannte Zwischenkreiskondensatoren auf, zur Umwandlung des Stroms Leistungsmodule. Diese besitzen zur Stromführung Leiterplatten.

Weiterhin besitzen die Leistungsmodule Leistungshalbleiter-Bauelemente, im Folgenden kurz Leistungshalbleiter genannt. Dabei kann es sich zum Beispiel um Leistungstransistoren handeln. Die Leistungshalbleiter sind mit einer Leiterplatte über Anschlusselemente verbunden. Diese sind an den Leistungshalbleitern befestigt und werden mit der Leiterplatte verlötet.

Dabei besteht das Problem, dass die Anschlusselemente für den Lötvorgang grundsätzlich schwer zugänglich sind. Insbesondere ist es insbesondere für das sogenannte Spaltkopflöten notwendig, die Anschlusselemente zu verlängern im Vergleich zu Standard-Leistungshalbleitern.

Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Leiterplattenanordnung anzugeben, die die Verwendung von Standard-Leistungshalbleitern ermöglicht.

Zur Lösung dieses Problems wird eine Leiterplattenanordnung vorgeschlagen, welche aufweist:

- eine Leiterplatte,
- wenigstens einen Leistungshalbleiter, wobei der Leistungshalbleiter mehrere elektrisch leitfähige Anschlusselemente aufweist,
- wobei die Anschlusselemente den Leistungshalbleiter und die Leiterplatte verbinden, und

- der Leistungshalbleiter mit der Leiterplatte über wenigstens ein Anschluss-
teil elektrisch verbunden ist, wobei das Anschluss-
teil mit dem Leistungshalbleiter und der Leiterplatte verbunden ist.

Als Kern der Erfindung wird angesehen, dass der Leistungshalbleiter nicht ausschließlich über seine eigenen Anschlusselemente mit der Leiterplatte verbunden ist, sondern auch über wenigstens ein weiteres Anschluss-
teil. Dieses Anschluss-
teil verbindet den Leistungshalbleiter entweder mittelbar oder unmittelbar mit der Leiterplatte. Bei Standard-Leistungshalbleitern wird ein Wärmeabführelement, das sogenannte „exposed pad“ sowohl für die Stromzufuhr als auch für die Wärmeabfuhr verwendet. Wenn man eine bessere Kühlung des Leistungshalbleiters erreichen will, kann man das exposed pad am Kühler anlöten. Dann ist aber die Anordnung der Anschlusselemente abzuwandeln. Sieht man ein weiteres Anschlusselement für die Stromzufuhr vor, können die Isolationsabstände zwischen Drain und Source eventuell nicht mehr eingehalten werden.

Somit kann also ein weiteres Anschlussstück in Form des Anschluss-
teils vorgesehen sein, das nicht einmal direkt am Leistungshalbleiter angeordnet sein muss. Somit können die Isolationsabstände gehalten werden, ohne die Funktionalität des Leistungshalbleiters einzuschränken.

Das Anschluss-
teil ist also im Gegensatz zu den Anschlusselementen nicht im Lieferumfang des Leistungshalbleiters enthalten. Dadurch kann ein Standard-Leistungshalbleiter abgewandelt werden, um in Hochvolt-Anwendungen eine zusätzliche Stromverbindung zwischen Leistungshalbleiter und Leiterplatte, bevorzugt über das exposed pad, zu realisieren, wobei das exposed pad gleichzeitig eine sehr gute Wärmeableitung realisieren kann.

In einer ersten Ausgestaltung ist das Anschluss-
teil mittelbar mit dem Leistungshalbleiter verbunden. Beispielsweise können der Leistungshalbleiter und das Anschluss-
teil mit demselben Bauteil elektrisch verbunden sein, das somit die Verbindung herstellt.

In einer alternativen Ausgestaltung kann das Anschlussstück direkt mit dem Leistungshalbleiter verbunden sein. Insbesondere kann das Anschlussstück mit dem Wärmeabführelement, also dem exposed pad, verbunden sein.

Bei dem Wärmeabführelement kann es sich um eine Metallplatte, insbesondere Kupferplatte, an der Außenseite des Leistungshalbleiters handeln. Dem Namen nach ist diese flächig ausgestaltet. Durch den Anschluss des Wärmeabführelementes an einen Kühlkörper kann der Wärmetransport vollzogen werden.

Bevorzugt weist das Wärmeabführelement gegenüber dem Gehäuse des Leistungshalbleiters einen Überstand auf. Es steht also an einer Seite hervor.

Bei einer mittelbaren Verbindung können der Leistungshalbleiter und das Anschlussstück über ein DCB-Substrat elektrisch miteinander verbunden sein. Derartige DCB-Substrate finden sich beispielsweise als Keramikisolatoren. Insbesondere kann der Leistungshalbleiter über eine Kupferbeschichtung mit der Leiterplatte verbunden sein.

Vorteilhafterweise kann auf der Seite des Leistungshalbleiters, die der Leiterplatte gegenüberliegt, ein Kühlkörper angeordnet sein. Mit anderen Worten ist der Leistungshalbleiter zwischen der Leiterplatte und dem Kühlkörper angeordnet. Das heißt nicht, dass der Leistungshalbleiter die Leiterplatte oder den Kühlkörper berühren muss oder direkt an diesen anschließt. Insbesondere kann sich zwischen dem Leistungshalbleiter und dem Kühlkörper bevorzugt ein DCB-Substrat befinden.

Dabei kann das Wärmeabführelement auf der Seite des Kühlkörpers angeordnet sein. Dadurch kann eine optimierte Wärmeableitung erreicht werden.

Vorteilhafterweise kann das DCB-Substrat aus zwei Lagen Kupfer und einer dazwischenliegenden Lage Keramik bestehen.

Alternativ kann die Schichtenfolge eines DCB-Substrats auch aus Kupfer, einem Dielektrikum und Aluminium bestehen.

Vorteilhafterweise ist der Leistungshalbleiter mit dem Kühlkörper verbunden, insbesondere über das DCB-Substrat. Dadurch sind der Leistungshalbleiter und der Kühlkörper zwar zur Wärmeabfuhr verbunden, aber elektrisch isoliert.

Vorzugsweise kann das Anschlussteil einen Toleranzausgleich zwischen der Leiterplatte und seiner zweiten Kontaktstelle ermöglichen. Dadurch wird die Montage des Anschlussteils vereinfacht.

Bevorzugt kann das Anschlussteil U-förmig oder U-förmig mit wenigstens einer Stufe ausgebildet sein. Alternativ kann das Anschlussteil Z-förmig ausgestaltet sein. Diesen Formen ist gemeinsam, dass sie einen Toleranzausgleich zulassen. Dieser ist zumindest in der Richtung auf die Leiterplatte hin erforderlich.

Vorteilhafterweise kann das Anschlussteil mit dem DCB-Substrat verbunden sein. Die Verbindung zum Leistungshalbleiter erfolgt dann über das DCB-Substrat.

Daneben betrifft die Erfindung einen Inverter mit einem Zwischenkreiskondensator und einer Leiterplattenanordnung. Der Inverter zeichnet sich dadurch aus, dass die Leiterplattenanordnung wie beschrieben ausgebildet ist.

Daneben betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug mit einer Leistungselektronik aufweisend eine Leiterplattenanordnung. Diese zeichnet sich dadurch aus, dass die Leiterplattenanordnung wie beschrieben ausgebildet ist.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den folgenden Ausführungsbeispielen und Figuren. Dabei zeigen:

Figur 1 ein Kraftfahrzeug,

Figur 2 eine Leiterplattenanordnung,

Figur 3 ein Anschlussteil in einer ersten Ausgestaltung,

Figur 4 ein Anschlussteil in einer zweiten Ausgestaltung,

Figur 5 ein Anschlussteil in einer dritten Ausgestaltung, und

Figuren 6 - 11 ein Verfahren zur Herstellung einer Leiterplattenanordnung.

Figur 1 zeigt ein Kraftfahrzeug 1 mit einer Leistungselektronik 2, beispielsweise in Form eines Stromrichters 3. Der Stromrichter 3 umfasst eine Leiterplattenanordnung 4, die weiter unten ausführlicher beschrieben ist.

Das Kraftfahrzeug 1 kann insbesondere eine elektrische Achse 5 aufweisen. Es kann als Hybrid-Kraftfahrzeug oder als Elektrofahrzeug ausgebildet sein. Dabei kann das Kraftfahrzeug 1 auch zwei elektrische Achsen 5 aufweisen.

Figur 2 zeigt eine Leiterplattenanordnung 4. Diese weist als erstes Bauteil eine Leiterplatte 6 auf. Auf der einen Seite der Leiterplatte 6 ist wenigstens ein Leistungshalbleiter 7 angeordnet. Der Leistungshalbleiter 7 ist über Anschlusselemente 8 mit der Leiterplatte 6 verbunden. Bei dieser Ansicht im Querschnitt ist lediglich ein Anschlusselement 8 erkennbar. Selbstverständlich weist ein Leistungshalbleiter 7 aber mehrere Anschlusselemente 8 auf. Der Leistungshalbleiter 7 ist über ein DCB-Substrat 9 mit einem Kühlkörper 10 verbunden.

Das DCB-Substrat 9 weist im Kern einen Keramik-Isolator 12 auf. Auf den Außenseiten weist es Kupfer-Beschichtungen 14 auf. Auf diese folgt jeweils eine Lotpreform-Schicht 13. Der Leistungshalbleiter 7 kann mit dem DCB-Substrat 9 über ein Wärmeabführelement 16, auch als exposed pad bezeichnet, verbunden sein. Über das Wärmeabführelement 16 kann die Kühlung des Leistungshalbleiters 7 erfolgen. Zur Realisierung der Stromzufuhr ist vorgesehen, dass zwischen dem Leistungshalbleiter 7 und der Leiterplatte 6 wenigstens ein weiteres elektrisches Verbindungsteil, nämlich das Anschlussteil 18, vorhanden ist. Das Anschlussteil 18 verbindet den Leistungshalbleiter 7 und die Leiterplatte 6 derart, dass die elektrische Verbindung zwischen dem Leistungshalbleiter 7 und dem Anschlussteil 18 in der Ausgestaltung

nach Fig. 2 mittelbar ist. Beispielsweise kann das Anschlussstück 18 mit dem Leistungshalbleiter 7 über die Kupferbeschichtung 14 verbunden sein. Dadurch wird es möglich, eine weitere elektrische Verbindung zwischen dem Leistungshalbleiter 7 und der Leiterplatte 6 herzustellen, ohne dass die Isolierabstände der Anschlusselemente 8 zu gering werden. Weiterhin ist, wie weiter unten noch dargestellt wird, das Anschlussstück 18 auf einfachere Art und Weise an der Leiterplatte 6 befestigbar als ein Anschlusselement 8.

Das Anschlussstück 18 ermöglicht insbesondere einen Toleranzausgleich in Richtung vom DCB-Substrat 9 zur Leiterplatte 6 hin. Die Figuren 3 bis 5 zeigen dabei verschiedene Ausführungsformen eines Anschlussstücks 18, die insbesondere einen derartigen Toleranzausgleich ermöglichen.

Figur 3 zeigt ein Anschlussstück 20, das Z-förmig ausgestaltet ist.

Figur 4 zeigt ein Anschlussstück 22, das V-förmig bzw. U-förmig ausgebildet ist.

Figur 5 zeigt ein Anschlussstück 18 wie bereits in Figur 3 dargestellt, das U-förmig mit einer Stufe ausgebildet ist.

Allen Anschlussstücken 18 bis 22 ist es gemeinsam, dass sie einen Toleranzausgleich in Richtung des Pfeils 24 erlauben. Weiterhin ist allen Anschlussstücken 18 bis 22 gemeinsam, dass sie in Richtung des Pfeils 26 einen Überstand aufweisen. Dieser ist auf der Seite der Leiterplatte 6 vorhanden. Dieser Überstand 28 besteht gegenüber dem Kühlkörper 10. Dadurch wird es möglich, das Anschlussstück 18 auf einfache Art und Weise an der Leiterplatte 6 zu befestigen.

Die Figuren 6 bis 11 zeigen einen Ablauf zur Herstellung einer Leiterplattenanordnung 4. Dabei wird in Schritt 1 gemäß Figur 6 ein Kühlkörper 10 bereitgestellt. Auf diesen wird ein Lotpreform 13 aufgebracht, wie Figur 7 zeigt.

Figur 8 zeigt, dass anschließend ein DCB-Substrat 9 mit Keramik-Isolator 12 und Kupferbeschichtungen 14 aufgebracht wird. Auf diesen folgt, wie in Figur 9

dargestellt, wiederum ein Lotpreform 14. Figur 10 zeigt, dass auf das zuletzt aufgebrachte Lotpreform 13 dann der Leistungshalbleiter 7 samt seinen Anschlusselementen 8 sowie das Anschlussstück 18 aufgebracht werden. Statt des Anschlussstücks 18 kann selbstverständlich auch ein anderes Anschlussstück, insbesondere eines der Anschlussstücke 20 oder 22 eingesetzt werden.

Auf diesen Aufbau wird am Ende die Leiterplatte 6 hinzugefügt. Dabei kann das Anschlussstück 18 aufgrund seines Überstandes 28 besonders gut mit der Leiterplatte 6 verlötet werden, insbesondere mittels Spaltkopflöten. Am Ende erhält man eine Leiterplattenanordnung 4 wie in Figur 2 dargestellt.

In den Figuren ist zwar keine direkte Verbindung von einem Anschlussstück 18, 20, 22 und dem Wärmeabführelement 16 gezeigt. Diese ist aber für alle Ausführungsformen des Anschlussstücks ebenfalls möglich.

Bezugszeichen

1	Kraftfahrzeug
2	Leistungselektronik
3	Inverter
4	Leiterplattenanordnung
5	elektrische Achse
6	Leiterplatte
7	Leistungshalbleiter
8	Anschlusselement
9	DCB-Substrat
10	Kühlkörper
12	Keramik-Isolator
13	Lotpreform
14	Cu-Beschichtung
16	Wärmeabführelement
18	Anschlusssteil
20	Anschlusssteil
22	Anschlusssteil
24	Pfeil
26	Pfeil
28	Überstand

Patentansprüche

1. Leiterplattenanordnung (4) zur steuerbaren elektrischen Leistungsversorgung eines Verbrauchers, wobei die Leiterplattenanordnung (4) aufweist:

- eine Leiterplatte (6),
 - wenigstens einen Leistungshalbleiter (7), wobei der Leistungshalbleiter mehrere elektrisch leitfähige Anschlusselemente (8) aufweist,
 - wobei die Anschlusselemente (8) den Leistungshalbleiter (7) und die Leiterplatte (6) verbinden,
- dadurch gekennzeichnet, dass

der Leistungshalbleiter (7) mit der Leiterplatte (6) über wenigstens ein Anschlussteil (18, 20, 22) elektrisch verbunden ist, wobei das Anschlussteil (18, 20, 22) mit dem Leistungshalbleiter (7) und der Leiterplatte (6) verbunden ist.

2. Leistungsmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Leistungshalbleiter und das Anschlussteil (18, 20, 22) über ein DCB-Substrat (9) elektrisch miteinander verbunden sind.

3. Leistungsmodul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Seite des Leistungshalbleiters (7), die der Leiterplatte (6) gegenüberliegt, ein Kühlkörper (10) angeordnet ist.

4. Leistungsmodul nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Leistungshalbleiter (7) mit dem Kühlkörper (10) verbunden ist.

5. Leistungsmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlussteil (18, 20, 22) einen Toleranzausgleich zwischen der Leiterplatte (6) und seiner zweiten Kontaktstelle (13, 14) ermöglicht.

6. Leistungsmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlussteil (18, 22) U-förmig oder U-förmig mit wenigstens einer Stufe ausgebildet ist.

7. Leiterplattenanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlussteil (20) Z-förmig ausgestaltet ist.
8. Leiterplattenanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplattenanordnung (4) für eine Hochvolt-Anwendung, insbesondere 400V oder 800V, ausgebildet ist.
9. Leiterplattenanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Leistungshalbleiter (7) auf der dem Kühlkörper (10) zugewandten Fläche ein Wärmeabführelement (16) aufweist.
10. Leiterplattenanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlussteil (18, 20, 22) teilweise über die Grundfläche des Kühlkörpers (10) hinaussteht.
11. Leiterplattenanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlussteil (18, 20, 22) im Bereich des Überstands (28) an der Leiterplatte befestigt ist.
12. Leiterplattenanordnung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlussteil (18, 20, 22) ausschließlich auf der Seite der Leiterplatte (6) übersteht.
13. Leiterplattenanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlusselemente (8) teilweise über die Grundfläche des Kühlkörpers (10) hinausstehen.
14. Leiterplattenanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlusselemente (8) auf einer Seite des Leistungshalbleiters (7) teilweise über die Grundfläche des Kühlkörpers (10) hinausstehen und das Anschlussteil (18, 20, 22) auf der anderen.

15. Leiterplattenanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlussteil (18, 20, 22) mit dem Leistungshalbleiter (7) mittelbar verbunden ist.

16. Leiterplattenanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlussteil (18, 20, 22) die Leiterplatte (6) mit einem Wärmeabführelement (16) des Leistungshalbleiters (18, 20, 22) verbindet.

17. Inverter mit einem Zwischenkreiskondensator und einer Leiterplattenanordnung, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplattenanordnung (4) nach einem der vorangehenden Ansprüche ausgebildet ist.

18. Kraftfahrzeug mit einer Leistungselektronik, insbesondere ein Inverter nach Anspruch 17, aufweisend eine Leiterplattenanordnung, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplattenanordnung (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 16 ausgebildet ist.

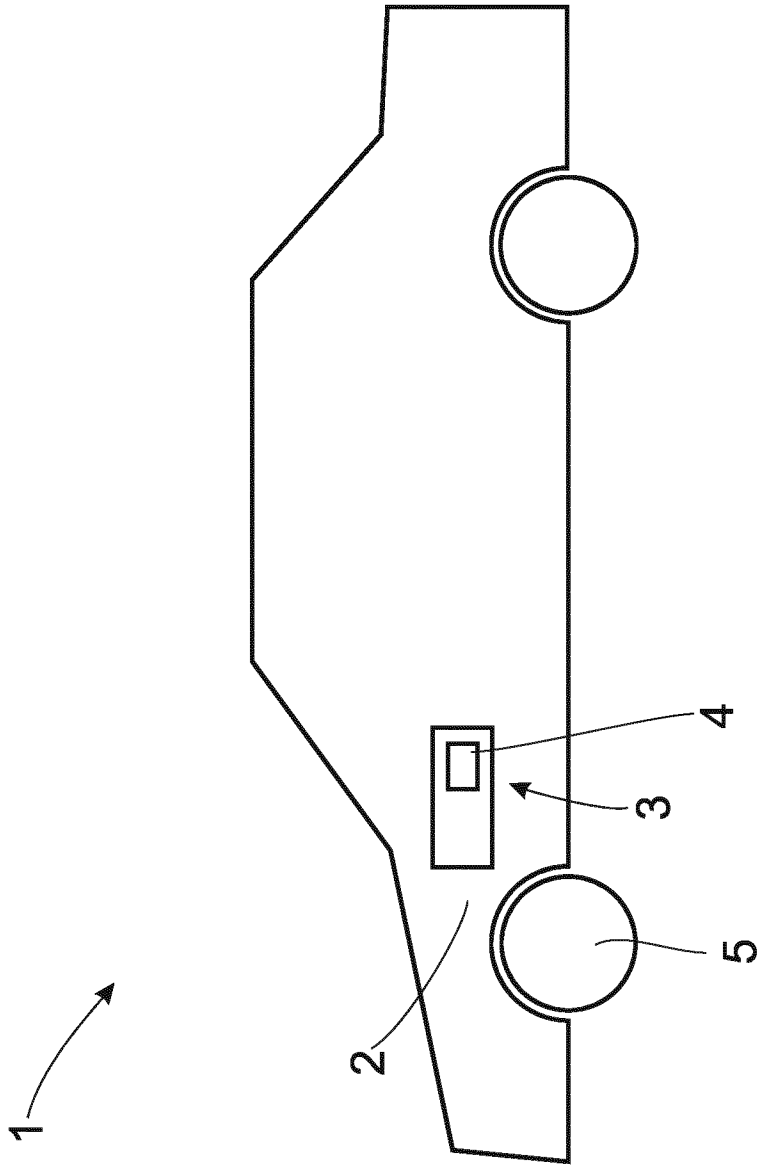


Fig. 1

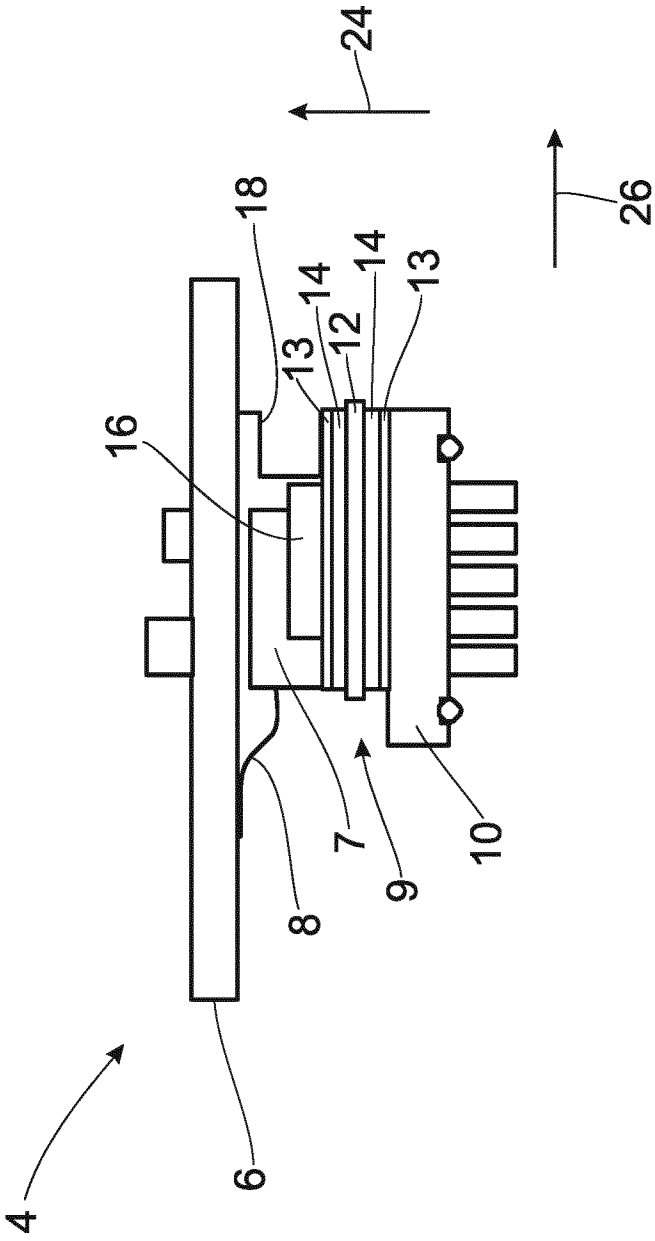
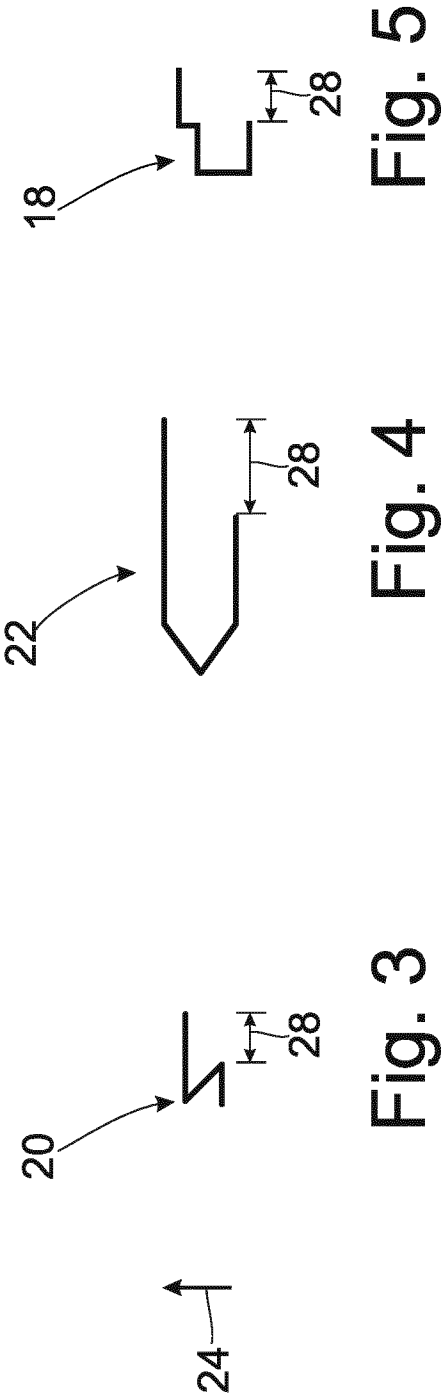


Fig. 2



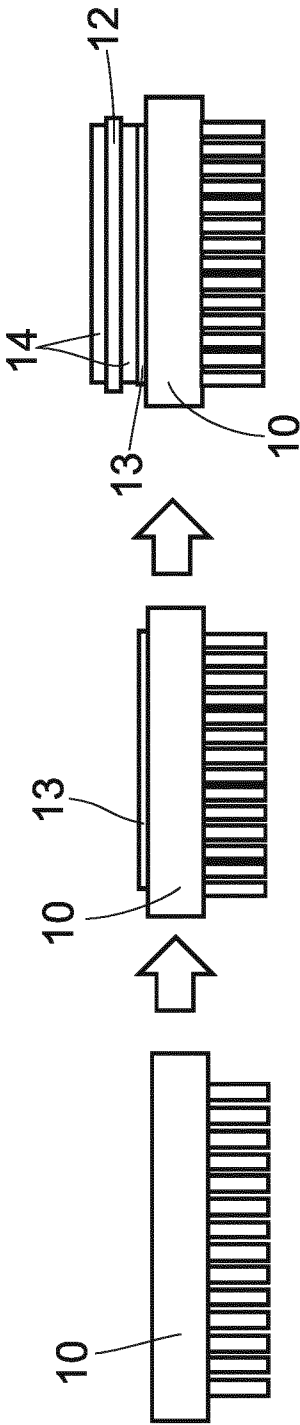


Fig. 6

Fig. 7

Fig. 8

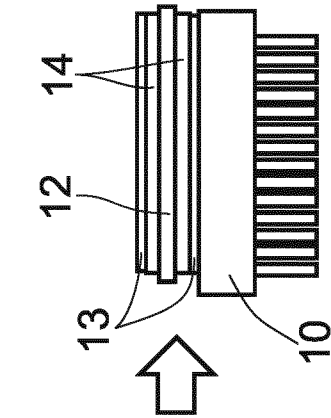


Fig. 9

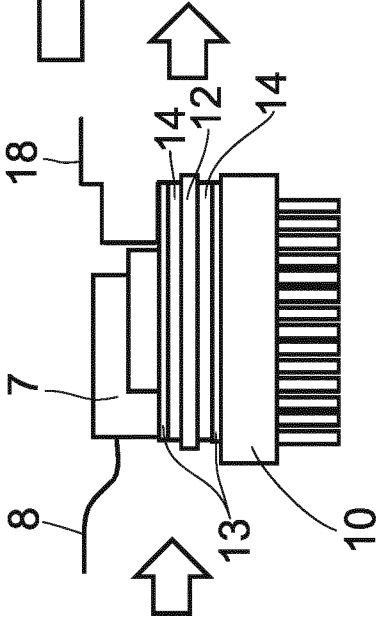


Fig. 10

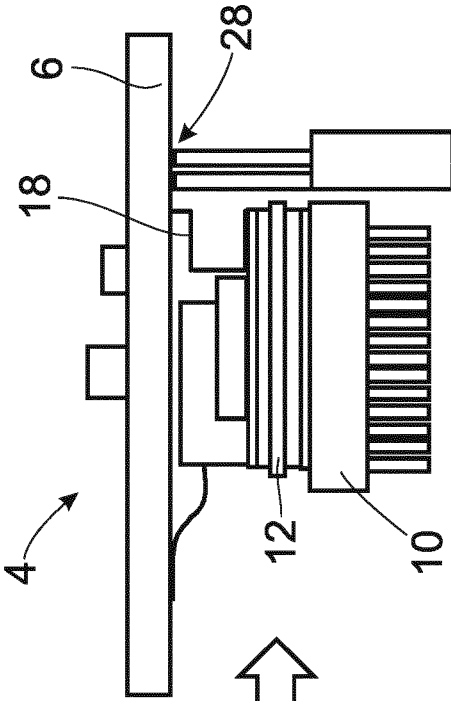


Fig. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/082578

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H05K 1/02**(2006.01)i; **H05K 7/20**(2006.01)i; **H01L 23/367**(2006.01)n; **H01L 23/373**(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05K; H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102004030443 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19 January 2006 (2006-01-19) paragraphs [0002], [0038] - [0041]; figure 4	1-18
X	DE 102019201292 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 06 August 2020 (2020-08-06)	1,3-18
A	paragraphs [0032] - [0034]; figures 1,2	2
A	BERNARDONI M ET AL. "Heat management for power converters in sealed enclosures: A numerical study" <i>MICROELECTRONICS RELIABILITY : AN INTERNAT. JOURNAL & WORLD ABSTRACTING SERVICE, ELSEVIER SCIENCE LTD, GB</i> , Vol. 49, No. 9-11, 30 July 2009 (2009-07-30), pages 1293-1298, [retrieved on 2009-07-30] DOI: 10.1016/J.MICROREL.2009.06.028 ISSN: 0026-2714, XP026547213 section 2 "The simulated structures"; figures 1,7,8	1-18
A	DE 202019106541 U1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 05 December 2019 (2019-12-05) the whole document	1-18



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 February 2022

Date of mailing of the international search report

07 March 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Degroote, Bart

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/082578

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	102004030443	A1	19 January 2006	NONE	
DE	102019201292	A1	06 August 2020	NONE	
DE	202019106541	U1	05 December 2019	NONE	

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H05K1/02 H05K7/20
 ADD. H01L23/367 H01L23/373

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H05K H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2004 030443 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19. Januar 2006 (2006-01-19) Absätze [0002], [0038] - [0041]; Abbildung 4 -----	1-18
X	DE 10 2019 201292 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 6. August 2020 (2020-08-06)	1,3-18
A	Absätze [0032] - [0034]; Abbildungen 1,2 ----- -/-	2



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. Februar 2022

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/03/2022

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Degroote, Bart

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	BERNARDONI M ET AL: "Heat management for power converters in sealed enclosures: A numerical study", MICROELECTRONICS RELIABILITY : AN INTERNAT. JOURNAL & WORLD ABSTRACTING SERVICE, ELSEVIER SCIENCE LTD, GB, Bd. 49, Nr. 9-11, 30. Juli 2009 (2009-07-30), Seiten 1293-1298, XP026547213, ISSN: 0026-2714, DOI: 10.1016/J.MICROREL.2009.06.028 [gefunden am 2009-07-30] Abschnitt 2 "The simulated structures"; Abbildungen 1, 7, 8 -----	1-18
A	DE 20 2019 106541 U1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 5. Dezember 2019 (2019-12-05) das ganze Dokument -----	1-18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/082578

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102004030443 A1	19-01-2006	KEINE	
DE 102019201292 A1	06-08-2020	KEINE	
DE 202019106541 U1	05-12-2019	KEINE	